

- жинського державного технічного університету (технічні науки). – 2012. – № 1 (18). – С.195-197.
8. Пат. 39762 Україна, С02F3/30. Спосіб біологічної очистки стічних вод / Волошин М.Д., Іванченко А.В.; заявник та патентовласник Дніпродзержинський державний технічний університет. – № u 2008 12063; заявл. 13.10.2008; опубл. 10.03.2008, Бюл. № 5.
 9. Емцев В.Т. Микробиология: учебник для вузов / В.Т.Емцев, Е.Н.Мишустин. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2005. – 445с.
 10. Сабирова Т.М. Исследования и разработка однофазовой биотехнологии очистки сточных вод коксохимического производства в режиме нитри-денитрификации: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.07 / Т.М.Сабирова. – Екатеринбург, 2001. – 184с.

Надійшла до редколегії 27.09.2013.

УДК 628.31:669.1

АВРАМЕНКО С.Х., к.т.н., доцент
НЕНАШЕВА О.І., зав. лабораторією
СІДОРОВА І.В., бакалавр

Дніпродзержинський державний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ЗАБРУДНЕНИХ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

Вступ. Вода – найцінніший природний ресурс. Вона відіграє важливу роль у процесах обміну речовин, що становлять основу життя. Загальновідома необхідність її для побутових потреб людини, всіх рослин і тварин. Бурхливий розвиток промисловості в містах все більше ускладнює проблеми забезпечення водою. Особливу увагу викликає екологічний стан річки Дніпро. Основними джерелами забруднення водоймищ є недостатньо очищені стічні води підприємств металургійної, хімічної, коксохімічної, енергетичної і харчової промисловості. Забруднюючі речовини, потрапляючи в природні водоймища, призводять до якісних змін, які, в основному, проявляються у зміні фізичних властивостей води (зокрема, поява неприємних запахів, присмаків і т.ін.), хімічного складу (зокрема, поява в ній шкідливих речовин), в наявності плаваючих речовин на поверхні і відкладанні на дні водоймищ. Викликає серйозну турботу забруднення водоймищ нафтою та нафтопродуктами. Вони знижують здатність води до природного самоочищення, змінюють санітарний режим, стимулюють розвиток деяких патогенних бактерій та вірусів, позначаються і на інших ланках природних екосистем. Існуючі технології очистки води від нафтопродуктів не повністю відповідають сучасним вимогам. Тому існує необхідність у вдосконаленні методів очищення води від нафтопродуктів.

Постановка задачі. Нафта є токсичною речовиною, особливо для гідроекосистем та їх мешканців. Не дивлячись на ряд міжнародних угод, забруднення гідросфери нафтою прогресує. Розрахунки показують, що літр нафти, розлитої по поверхні моря, поглинає розчинений кисень із 400 тис. літрів води. Тонна нафти, розтікаючись по поверхні води, може покрити плівкою акваторію в 10 квадратних кілометрів [1].

Метою роботи є розробка методів моніторингу нафти і нафтопродуктів у воді, визначення ефективних методів очистки, вибір, дослідження та розробка рекомендацій з удосконалення існуючих процесів очищення забруднених вод. Методи дослідження: аналіз літературних даних і дослідження в лабораторних умовах процесу очистки стічних вод від нафтопродуктів на прикладі прокатного виробництва.

Результати роботи. Аналіз показує, що до основних джерел забруднення водних ресурсів відносяться промислові, комунальні, сільськогосподарські стоки, нафта і нафтопродукти, поверхневі стоки, атмосферні опади. Внаслідок випадання атмосферних опадів утворюються зливові (талі) стічні води, що стікають з територій, забруднених різноманітними відходами, в т. ч. нафтопродуктами. Ступінь забрудненості водних об'єктів постійно зростає.

Однією з особливостей нафтових вуглеводнів є здатність збільшувати свій вміст у 10 разів на кожному наступному рівні трофічного ланцюга. Отже, якщо нафтові вуглеводні потрапляють спочатку у водорості, потім по ланцюгах живлення до риб, то їх накопичується вже в 10 тис. разів більше, ніж у початковій ланці, і в 100 тис. разів більше, ніж у воді [1]. До найбільш шкідливих хімічних забруднень належать нафта і нафтопродукти. Щорічно в океан потрапляє більше 10 млн. т нафти. У розчиненому стані у водному середовищі може знаходитися від 20 до 500 мг/л нафтопродуктів. Емульговані нафтопродукти знаходяться у водній товщі у вигляді емульсії. Значні кількості нафтопродуктів, знаходячись в завислому стані, адсорбуються на частинках тонкодисперсних завислих речовин і осідають разом з ними на дно, накопичуючись в донних відкладеннях. Таким чином, через деякий час після надходження у водній масі знаходиться в середньому від 50 до 90% нафтопродуктів, в розчиненому – від 10 до 90%, частка пливкових нафтопродуктів не перевищує 1%.

У роботі виконано аналіз стічних вод, що утворюються на нафтобазах, автозаправних підприємствах та автозаправних станціях. Визначено, що, наприклад, стічні води нафтобаз при пропарюванні залізничних цистерн можуть включати до 1000 мг/л нафтопродукту. Джерелом забруднення є баластові води, які надходять на нафтобази при перевезенні нафти і нафтопродуктів танкерами. Вміст нафтопродуктів в цих водах досягає 5000 мг/л. Перед черговим завантаженням баластові води підлягають видаленню з танків судна. Одними з основних джерел забруднення навколишнього середовища є автотранспортні підприємства, бази дорожньо-будівельної техніки, гаражі, стоянки й інші місця збереження і тривалого паркування транспортних засобів. У результаті витоків із транспортних засобів, резервуарів або у випадку поломок на маршруті забруднюється поталий, дощовий сток, при цьому концентрація домішок з дорожнього полотна може досягати 10-20 мг/л, що також перевищує санітарні норми. Отже, нафтове забруднення належить до найбільш поширених техногенних надзвичайних ситуацій.

У даній роботі основна увага приділяється металургійним та машинобудівним підприємствам м. Дніпродзержинська, де однією з основних категорій стічних вод є масловмісні стоки. За концентрацією основного забруднення (мастила) вони поділяються на малоконцентровані та концентровані. Малоконцентровані стоки утворюються при промиванні металевих виробів після їх термічної обробки і після розконсервування.

Концентровані стічні води містять масел до 50 г/л. Це відпрацьовані мастильно-охолоджувальні рідини (МОР), а також відпрацьовані миючі розчини, що представляють собою стійкі емульсії типу «мастило у воді». Їх витрата складає 0,5-200 м³/добу в залежності від потужності підприємства і типу його продукції.

Існують різні схеми очищення вод. Для глибокого очищення від забруднюючих речовин, що важко видаляються, можна застосувати схеми, що включають нафтовловлювач, напірну флотаційну установку, механічний фільтр, сорбційний вугільний фільтр, збірник нафтопродуктів, піч спалювання [2]. Як правило, на багатьох підприємствах концентровані масловмісні стоки розбавляються великою кількістю умовно чистих вод і перетворюються на малоконцентровані. Вміст у них масел зазвичай коливається від 10 до 500 мг/л. Обсяг цих стічних вод сягає 5-10 тис. м³/добу [3]. Технологічні схеми очищення масловмісних стічних вод у нашій країні і за кордоном передбачають змішування усіх видів масловмісних стічних вод та їх відстоювання.

Металургійні комбінати випускають прокат. Прокатка металовиробів в останні роки широко застосовується і на машинобудівних підприємствах. У процесі прокатки на кожній технологічній операції відбувається нагрівання води, забруднення її окалиною, мастилами та скидання у підставний тунель, розташований під центральним рольгангом, і далі – у відстійник для окалини. Встановлено, що кількість мастила в осаді із ями для окалини складає 1% від маси окалини, в шламі із вторинних відстійників – 10-20%. Стічні води стану гарячого прокату вміщують різні масла і нафтопродукти, які потрапляють через нещільності в системах змащування. Частина мастил, які містяться в стічних водах, затримуються в спорудах першого ступеню очистки [3]. При холодній прокатці металу необхідне застосування технологічних мастил, які зменшують тертя між валками стану і металом, що прокатують, та які створюють сприятливі умови для інтенсивної його деформації. Вони мають назву мастильно-охолоджуючі рідини (МОР). Свіжі МОР готують з технічних продуктів – емульсолів, що представляють собою емульсії типу «вода в маслі». При змішуванні 3-10% емульсолу, 90-95% води і 0,3% соди утворюються емульсії типу «масло у воді». Середній термін використання МОР коливається від двох тижнів до півтора місяця.

В табл.1 наведено якісний склад стічних вод за вмістом нафтопродуктів, що скидаються підприємствами міста на біологічні очисні споруди.

Таблиця 1 – Перелік підприємств, що скидають стічні води, забруднені нафтопродуктами, на правобережну станцію біологічної очистки (ГДК = 3,3 мг/л)

Найменування підприємств	Об'єм скидання, тис. м ³ /рік	Концентрація нафтопродуктів, мг/л
ПАТ «Дніпро Азот»	2131,7	4,4
ПАТ «ДМКД»	6962,6	2,4
ВАТ «Авторемонтний завод»	8,277	1,49
АТП 11204	8,326	66,8
АТП 11265	100,0	1,32
АТП 11232	120,0	2,15
ЗАТ «АДА»	83,376	2,1
ЗЗБВ «Дніпробуд»	22,395	0,53
УПП УТОС	23,161	0,83
Холодильний комбінат	24,317	1,7
ВАТ «Дніпроцемент»	53,805	0,78

Як видно, найвища концентрація нафтопродуктів спостерігається у стічних водах автотранспортних підприємств, ПАТ „ДніпроАзот” та ПАТ „ДМКД”.

Методи очистки стічних вод з метою руйнування або видалення з них шкідливих речовин можна розділити на механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні. Механічну очистку стічних вод від нафтопродуктів застосовують переважно як попередню. Механічне очищення забезпечує видалення завислих речовин з деяких виробничих стічних вод на 90-95%. Метод фільтрування набуває все більшого значення у зв'язку з підвищенням вимог до якості очищеної води. Фільтрування застосовують після очищення стічних вод у відстійниках або після біологічної очистки. Процес засновано на прилипанні грубодисперсних частинок нафти і нафтопродуктів до поверхні фільтруючого матеріалу. У нафтовій і нафтохімічній промисловості зазвичай застосовують фільтри із зернистим завантаженням. Для очищення нафтовмісних стічних вод розроблено нову технологію з використанням еластичних полімерних матеріалів, зокрема, еластичного пінополіуретану. Загальним недоліком усіх фільтрів (крім пінополіуретанових) є те, що

в результаті їх регенерації утворюються вискоемюльговані і стійкі емульсії, які істотно ускладнюють утилізацію виділених нафтопродуктів. Такі фільтри доцільно застосовувати після попереднього очищення стоків у пісковловлювачах та нафтовловлювачах. Широко використовуються також фізико-хімічні методи очищення стічних вод від нафтопродуктів: коагуляція, флотація і сорбція, а також хімічна очистка – хлорування, озонування та біохімічне знешкодження. Біологічні методи використовують досить рідко, оскільки для біорозкладу нафти під дією штучно культивованої мікробіологічної культури необхідні тривалий час і підвищені температури.

У роботі розглянуто методи попередження та вилучення нафтопродуктів із стічних вод за допомогою різних сорбентів та біопрепарату „Еконадін” [4] (рис.1). Розробка і виробництво „Еконадіна” засновані на використанні нової біотехнології, яка дозволяє закріплювати на органічному субстраті – торфі не окремі клітини бактерій, а їх біофлюки, які забезпечують буферність середовища на рівні рН=7, що важливо для проходження стабільного розпаду вуглеводнів нафти та інших органічних сполук.



Рисунок 1 – Препарат „Еконадін”

Його сорбційна ємність складає від 1:10 до 1:50 в залежності від виду нафтопродуктів. Препарат „Еконадін” є одним з перших бактеріальних препаратів для боротьби з нафтовим забрудненням в СНД. За допомогою препарату „Еконадін” можна усунути найтоншу райдужну плівку, що неможливо при використанні інших засобів. Препарат може бути нанесений на забруднену водну поверхню вручну або за допомогою спеціальних пристосувань з берегової лінії, причалів.

Витрата препарату в залежності від ступеня нафтового забруднення водної поверхні становить від 10 мг/м² до 10 г/м² (рис.2).

У роботі розпочато попередні дослідження визначення поглинальної спроможності по нафтопродуктам „Еконадіну”. Дослідження проводились на прикладі двох мастил: з прокатного виробництва U-50 та з трубозаготовчого цеху ІІ-1 ПАТ «ДМКД». Мастило ІІ-1 – одне з найбільш розповсюджених пластичних мастил, що виготовляються в Росії, і займає перше місце серед мастил, які призначені для металургійного обладнання.

U-50 (ГОСТ 20799-88) – мастило загального призначення, дистилатне або суміш дистилатного з залишками із сірчаних та малосірчаних нафт селективної очистки. Не містить присадок. Використовується в якості робочих рідин у гідравлічних системах станочного обладнання, автоматичних ліній, пресів, для змазування легко- та середньонавантажених зубчатих передач.

На початку визначалась питома вага мастил засобом зважування певного об’єма,



Рисунок 2 – Ліквідація нафтового забруднення водних об'єктів

відібраного шприцем, на аналітичних терезах з точністю до 4-го знаку. Одержані дані наведено в табл.2.

Отже, одержали значення питомої ваги мастила з трубозаготовчого цеху $\rho_T = 870$ г/л та мастила з прокатного виробництва U-50 $\rho_{II} = 817$ г/л.

Визначили питому вагу мастил з використанням пікнометра. Значення питомої ваги мастила з трубозаготовчого цеху склало $\rho_T = 804,3$ г/л та мастила з прокатного виробництва U-50 $\rho_{II} = 766$ г/л. Таким чином, питома вага, визначена зважуванням певного об'єму

Таблиця 2 – Результати визначення питомої ваги масел з використанням шприця

Назва мастила	Вага шприця, г	Об'єм проби мастила, мл	Вага шприця з мастилом, г	Вага мастила у шприці, г	Питома вага мастила, г/л	Середня питома вага мастила у пробі, г/л	Середня питома вага мастила, г/л
Мастило з трубозаготовчого цеху ПІ-1	6,583	10	15,548	8,965	896,5	897	870
			15,556	8,973	897,3		
			15,555	8,972	897,2		
	10,511	20	28,397	17,886	844,3	873	
			28,163	17,652	882,6		
			28,361	17,850	892,5		
Мастило з прокатного виробництва U-50	6,583	10	14,891	8,308	830,8	831,3	817
			14,900	8,317	831,7		
			14,898	8,315	831,5		
	10,511	20	26,425	15,914	795,7	803,3	
			26,715	16,204	810,2		
			26,592	16,081	804,05		

мастила з використанням шприця та пікнометра, різна. Вимірювання не точне, тому що мастило у пікнометрі не повністю заповнило «носик», крім того стінки «носика» над «рискою» у зв'язку з високою в'язкістю були забруднені мастилом.

У роботі визначено розчинність мастил у воді за різних умов підготовки суміші з використанням лабораторної установки, яка складається з магнітної мішалки; колб з сумішшю «мастило – вода»; розподільчих воронки; бюксів для відбору проб; мірних циліндрів; у якості дозаторів використовувались шприци.

Аналіз одержаних даних показує, що концентрація мастила у воді без нагріву з перемішуванням та після добового розшарування складає 0,2-0,4 г/л. Концентрація мастила ПІ-1 у воді з нагрівом та перемішуванням після 1 доби розшарування складає 0,2-0,4 г/л, а мастила U-50 відповідно 0,2-0,6 г/л. Середні показники відповідно складають 0,27 та 0,4 мг/л. Така різниця концентрації мастил пояснюється поганою розчин-

ністю мастил у воді. Для більш точного аналізу треба збільшувати кількість та об'єм проб на аналіз. Досліди показали, що концентрації мастил у воді, визначені з використанням екстрагенту чотирьоххлористого водню та за умов відбору більшого об'єму проб (50 мл) після розшарування суміші, складає для ПП-1 0,12-0,16 г/л, а для мастила з прокатного виробництва U-50 – 0,06-0,16 г/л. Решта маси мастил виділяється на поверхні води у вигляді мастильної плівки.

Виконано попереднє визначення поглинальної спроможності сорбентів по мастилу з трубозаготовчого цеху ПАТ «ДМКД»: подрібненого пінопласту, „Еконадіну” та активованого вугілля AP-B. Для досліду мастило ретельно перемішували з сорбентом у скляних чашках. Подрібнений пінопласт та „Еконадін” практично повністю «поглинули» мастило, ззовні його не видно. Активоване вугілля частково ввібрало мастило, решта знаходиться у чашці у вільному стані. Після 5 діб спостереження виявили, що на всіх чашках мастило у вільному стані практично відсутнє. Далі визначали вагу залишкових, промитих водою та висушених сорбентів. Встановлено, що найбільше поглинуто мастила пінопластом (0,869 г) і складає 93,5% від початкової його маси, менша маса поглинута „Еконадіном” (відповідно 0,617 г та 66,7%). Маса вугілля AP-B збільшилася від початкової ваги і склала відповідно 1,229 г та 132,7%, що можна пояснити сорбцією води порами вугілля.

У роботі виконано еколого-економічне обґрунтування заходів, направлених на зменшення концентрації нафтопродуктів у стічних водах, шляхом розрахунку збитків та платежів за скиди вказаних домішок у водойму, наприклад, при скиді забруднених нафтопродуктами стічних вод у водойму за умов: об'єм стічних вод, що скидаються в р. Дніпро в районі міста Дніпродзержинська, складає 200 м³/год, концентрація нафтопродуктів по БПК_{повн} складає $C = 100$ мг/л, термін скидання стічних вод 3,0 тис. год/рік., маса нафтопродукту з врахуванням токсикологічного показника $A_{\text{БПК}} = 0,33$ ум.т/т складає 19,8 ум.т/рік, відповідно збитки, нанесені водоймі, складуть понад 147 тис грн/рік. Платежі за вказані скиди стічних вод для підприємства складуть 132 тис грн/рік. Отже, як видно, платежі за скидання у водойму стічних вод не компенсують збитки, нанесені державі. Тому необхідно приймати заходи для зменшення концентрації домішок нафти перед скидом стічних вод у водойму, зокрема використовувати сорбенти, наприклад пінопласт, активоване вугілля, біопрепарат „Еконадін”.

Висновки. У роботі виконано дослідження джерел, умов та проблем від забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами. Наведено короткі відомості про забруднення поверхневих та промислових стічних вод. Виявлено, що до основних джерел забруднення водних ресурсів відносяться промислові, комунальні, сільськогосподарські стоки, нафта і нафтопродукти, поверхневі стоки, атмосферні опади. Розглянуто токсичну дію нафтовмістних стічних вод на людину та навколишнє середовище, методи очистки від нафтопродуктів, наведено характеристику сорбента – біодеструктора «Еконадін». Виконано перевірку гравітаційного методу для визначення нафтопродуктів у воді. Дослідження проводилось на прикладі мастил з прокатного виробництва U-50 та ПП-1 з трубозаготовчого цеху ПАТ «ДМКД». За допомогою шприца та пікнометра ваговим методом визначено питому вагу цих мастил. Враховуючи умови утворення мастиловмістних стічних вод, досліджено розчинність мастил у воді за різних умов підготовки суміші: шляхом інтенсивного перемішування та з наступним відстоюванням без підігріву та з нагрівом до кипіння. Розпочато попередні досліди визначення поглинальної спроможності сорбентів – подрібненого пінопласту, „Еконадіну” та активованого вугілля AP-B – по вилученню з поверхні плівкового та розчиненого у воді мастила з трубозаготовчого цеху. Встановлено, що ефективність поглинання мастил за вибраних умов найбільша у пінопласта, дещо нижча у „Еконадіна” та активованого вугілля.

У роботі обґрунтовано заходи зі зменшення концентрації нафтопродуктів у стічних водах. Розраховано збитки та платежі за скиди нафтопродуктів у водойми та забру-

днення водного басейну. Показано необхідність приймання заходів для зменшення концентрації домішок нафти перед скидом стічних вод у водойму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авакян А.Б. Рациональное использование водных ресурсов: учебн. для геогр., биол. и строит. спец. вузов / Авакян А.Б., Широков В.М. – Екатеринбург: изд-во «Виктор», 1994. – 320с.
2. Захаров С.Л. Очистка сточных вод нефтебаз / С.Л.Захаров // Экология и промышленность России. – 2002. – С.35-37.
3. Смирнов Д.Н. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов / Смирнов Д.Н., Генкин В.Е. – М.: Металлургия, 1989. – 168с.
4. Пат. 2033975 Российская Федерация, МПК⁶ C02F3/34, E02B15/04. Способ получения бактериального препарата для очистки водной среды от загрязнения нефтепродуктами / Кожанова Г.А.; заявитель и патентообладатель Кожанова Г.А. – № 4946060/13; заявл. 28.06.91; опубл. 30.04.95.
5. Авраменко С.Х. Екологія міських систем та основних виробництв промисловості. Приклади та задачі: навч. посіб. / Авраменко С.Х., Гуляєв В.М., Волошин М.Д. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007. – 420с.

Надійшла до редколегії 20.11.2013.

УДК 628.4.038

АВРАМЕНКО С.Х., к.т.н., доцент
ПЛОХАЯ Т.В., магістр, викладач
ІСМАІЛОВА Х.А., студентка

Дніпродзержинський державний технічний університет

ЗАХОДИ ДО ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ, ПЕРЕРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ

Вступ. Тверді відходи пластичних мас зазвичай розділяють на відходи виробництва і відходи споживання. Виробничі відходи різних процесів формування виробів з пластмас утворюються у вигляді ливників, бракованих виробів, обрізків і тому подібне. Відходи споживання – це використані різні вироби з пластиків для побутових цілей. Використання відходів доцільно, перш за все, на оброблювальних підприємствах, оскільки вони зазвичай переробляють їх переважно з метою виробництва того ж продукту, в процесі виготовлення якого утворився даний відхід, або продукту аналогічної рецептури і для виготовлення виробів менш відповідального призначення. Зазвичай вміст відходів складає до 20%, при більшій кількості погіршується глянець, з'являється шорсткість.

Постановка задачі. Місто Дніпродзержинськ, як і більшість міст України, має проблеми з накопичення твердих побутових відходів (ТПВ), в тому числі пластмас. Відходи щорічно підвищують вміст пакувального матеріалу: полімерна плівка, тара з-під води та інше. Задачею є розробка рекомендацій щодо заходів ефективного управління, переробки та утилізації пластикових відходів, зокрема тари з-під води. Мета – аналіз проблеми накопичення відходів в місті, їх хімічного складу, методів утилізації, переробки з врахуванням державного і міжнародного підходу до вирішення вказаної проблеми. Об'єкт дослідження – відходи пластиків. Метод дослідження – аналіз діючих вітчизняних та закордонних технологій поводження і управління відходами, статистичне визначення оборотності пластикових матеріалів та вірогідності організації підприємств для їх ефективної утилізації.